УДК 330

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНВЕСТИЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ В СРЕДЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ОЖИДАНИЙ

Каковкина Татьяна Владимировна, канд. экон. наук, доц.

Государственная академия промышленного менеджмента имени Н.П. Пастухова, Республиканская ул., 42/24, Ярославль, Россия, 150040; e-mail: kaktat59@yandex.ru

Цель: построение модели портфельного инвестирования, в которой в отличие от модели Марковица предусмотрен механизм, учитывающий рациональные ожидания фондового рынка. *Обсуждение*: известно, что модель Марковица, положив начало развитию современной финансовой теории, так и не стала инструментом практических решений при обосновании инвестиционных решений в условиях рыночной неопределенности. В то же время модель Блэка-Шоулза получила постоянную прописку на фондовых биржах. С ее помощью ежедневно ведутся непрерывные расчеты так называемой «справедливой цены» опционов. Это обстоятельство ориентирует на сравнение подходов, которые использовались при построении этих моделей. Аппарат математической статистики, который используется при построении модели Марковица, не позволяет воспроизвести в полном объеме и с достаточной глубиной понимания механизм формирования доходности актива на фондовом рынке. Необходимы исследования, которые позволили бы проверить возможность построения модели оптимизации портфельных решений с использованием другой концепции механизма формирования доходности. *Результаты*: предложено для формирования модели оптимального портфельного инвестирования использовать вероятностный механизм, идентифицируемый с помощью эконометрической модели бинарного выбора. Построенная модель обеспечивает формирование оптимального портфеля ценных бумаг в зависимости от складывающейся на рынке ситуации.

Ключевые слова: портфель ценных бумаг, модель Марковица, модель бинарного выбора, логит-модель.

DOI: 10.17308/meps.2016.9/1508

Введение

Фондовый рынок – это тот сектор экономики, на котором практически все решения принимаются на основе ожиданий. Конечно, каждый инвестор принимает решение с учетом собственных ожиданий. Причем модель портфельного инвестирования, разработанная Г. Марковицем еще в 1952 году [5], предусматривает возможность учитывать это индивидуальное отношение к риску. Естественно, все риски связаны с ожиданиями, которые инвестор, пользуясь аппаратом оптимального формирования портфеля ценных бумаг, имеет возможность отразить в модели. Но как можно понять из этих рассуждений, инвестор, пользуясь этой моделью, может отразить только индивидуальное отношение к риску.

В то же время, по нашему мнению, индивидуальное отношение к риску в значительной степени формируется под влиянием рациональных ожиданий, которые отражают преобладающую точку зрения абсолютного большинства инвесторов. Именно ориентир, в соответствии с которым, по идеи, действуют инвесторы, должен найти отражение в модели портфельного инвестирования. Изложим основные моменты, касающиеся построения модели, в которой предусмотрена такая возможность.

Многовариантный характер ожиданий

Прежде всего, отметим, что будущее, несмотря на имеющую место гипотезу рациональных ожиданий, все же многовариантно, с возможным предпочтением варианта, который хорошо корреспондируется с преобладающим ожиданием. Как минимум имеют место два варианта: на рынке ожидается рост доходности активов; на рынке ожидается падение доходности активов. На формальном уровне описать альтернативное ожидание подобного рода можно с помощью вероятностного распределения. Причем желательно, чтобы вероятности, определяемые этим распределением, были условными, т.е. зависящими от среды, под воздействием которой формируются рыночные процессы.

Состояние среды обычно описывается факторами или интегральной оценкой, влияющих на вероятность ожиданий. Но если в целом говорить о среде функционирования, то нужно иметь в виду, что в ее описании есть факторы, которые мы будем называть систематическими в том смысле, что они являются факторами постоянного состава, т.е. всегда учитываемые при рассмотрении среды функционирования. Казалось бы, факторы среды функционирования должны объяснять все изменения, происходящие с прогнозируемым показателем. Однако это не так. Общего ответа на вопрос: «Почему не так?» – нет. Как правило, ответ можно найти только при детальном рассмотрении конкретной задачи.

Если, например, решается задача об определении ожидаемой доходности финансового актива на фондовом рынке, то наиболее общая точка зрения по поводу причины, которая сама не прогнозируется, но может изменить вероятности предпочтения альтернатив, заключается в том, что эта причина является результатом действия несистематического фактора со случайным моментом реализуемости. Несистематический фактор в нашем понимании это фактор однократного действия, в силу чего не имеет собственного измерения, но оставляет заметные «следы» в динамике процессов фондового рынка. Эти «следы», прежде всего, остаются в виде плохо объяснимых изменений в динамике рыночных индексов, характеризующих средневзвешенную доходность соответствующего рынка. Причем в этих следах запоминаются как положительные, так и отрицательные воздействия несистематического фактора, которые в принципе можно идентифицировать.

Идентификация этих отклонений нужна для того, чтобы получить представление о количественных характеристиках ситуации, которая может быть сгенерирована рациональными ожиданиями. Кроме того, процесс идентификации делает понятным дискретный механизм смены одного сценария рациональных ожиданий другим. Смена происходит в бифуркационной точке рациональных ожиданий, существование которой имеет место в момент, когда начинает действовать очередной несистематический фактор. Все происходит дискретно, но с вероятностями альтернативных вариантов, для оценки которых необходимо иметь специального вида модель. Но есть ли подходы, с помощью которых можно построить модели, наделенные необходимым для этого набором свойств?

Когда создавалась теория рациональных ожиданий (1961) и даже в период ее развития (1970), модели, с помощью которых можно описать вероятностное распределение ожидаемого поведения в бифуркационной точке, еще не были известны. Аппарат с необходимыми для этих целей свойствами был разработан позже Макфадденом (1982). Этим аппаратом [2-4, 7] мы и воспользуемся для построения своей модели.

Моделирование альтернативных ожиданий

В нашем представлении бифуркационная точка – виртуальная точка, соответствующая тому моменту, когда инвестор принимает решение. Именно в этот момент ему важно знать рациональные ожидания относительно ситуации на рынке, которые, на наш взгляд, удобно описывать вероятностным распределением, ориентируясь естественно в своем выборе на те ожидания, вероятность которых значительно выше.

В простейшем случае, когда рациональное ожидание от вложений в *i*-ый актив ориентировано на получение средней доходности $\overline{r}_i$, модель альтернативно рационального ожидания по доходности этого актива будем записывать в виде:

$$r_{it} = \overline{r}_i + d_i x_{it} + \varepsilon_{it}, \qquad (1)$$

где r_{it} – доходность *i*-го актива в момент времени *t*; x_{it} – случайная дискретная переменная альтернативного выбора, принимающая значение – 1, если альтернативно ожидается доходность ниже среднего уровня и принимает значение +1, если альтернативно ожидается доходность выше среднего уровня; d_i – величина возможного изменения доходности, предусматриваемая моделью; ε_{it} – ненаблюдаемая случайная величина, характеризующая ту часть изменения ожидаемой доходности, которую не объясняет модель.

В модели (1) составляющая альтернативного предпочтения сконструирована из величин, измерение которых не очевидно [10] и требует разъяснений. Для каждого i-го финансового актива значение d_i определяется как средняя величина отклонений фактических значений доходности от среднего значения.

$$d_i = \tfrac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}(r_{it} - \overline{r}_i) sign(r_{it} - \overline{r}_i). \qquad (2)$$

В свою очередь случайная величина x_{it} тоже определяется по отклонениям в соответствии со следующим выражением:

$$x_{it} = \begin{cases} 1, & r_{it} - \overline{r}_i \geq 0 \\ -1, & r_{it} - \overline{r}_i < 0 \end{cases}. \qquad (3)$$

Определенные таким образом значения переменной x_{it} представляют собой последовательность, характеризующую на историческом периоде позитивное и негативное воздействие на доходность актива несистематического фактора. Будем предполагать, что с этим же самым несистематическим фактором связано и состояние глобального финансового рынка, описываемое вектором значений индексов $\mathbf{r}'_t = (r_{1t}, r_{2t}, \dots, r_{mt})$ соответствующих зарубежных фондовых рынков. Между собой последовательности дискретных значений x_{it} и векторов $\mathbf{r}_t$, характеризующих состояние глобального финансового рынка, синхронизированы по времени. В силу этого между данными последовательностями можно установить взаимосвязь [9]. Но какого характера эта взаимосвязь?

По нашему мнению, рынок со своими непредсказуемыми эффектами может воздействовать только на вероятность, с которой изменяется доходность финансового актива. А это значит, взаимосвязь между альтернативной составляющей ожидаемой доходности актива и происходящими на рынке изменениями может быть описана моделью бинарного выбора. В общем виде такая модель записывается, как и любая регрессионная модель, зависимостью в среднем

$$x_{it} = \mathrm{E}(x_{it} / \mathbf{r}_t) + \varepsilon_{it}, \qquad (4)$$

где под условным математическим ожиданием $\mathrm{E}(x / \mathbf{r})$ понимается выражение следующего вида

$$\mathrm{E}(x / \mathbf{r}) = 1 \cdot \mathrm{F}(\mathbf{r}'\mathbf{b}) + 0 \cdot (1 - \mathrm{F}(\mathbf{r}'\mathbf{b})) = \mathrm{F}(\mathbf{r}'\mathbf{b}), \qquad (5)$$

в котором $x = -1$ для удобства преобразований заменено на $x = 0$. В этом выражении $\mathrm{F}(\mathbf{r}'_t\mathbf{b})$ есть функция распределения вероятностей, значение которой зависит от скалярного произведения расширенной вектор-строки $\mathbf{r}'_t = (1, r_{1t}, r_{2t}, \dots, r_{mt})$ средних доходностей на зарубежных фондовых рынках в момент времени t с вектором-столбцом, оцениваемых параметров $\mathbf{b} = (b_0, b_1, \dots, b_m)'$.

С точки зрения удобства в проведении различного рода преобразований, а также расчетов в качестве функции распределения вероятностей будем использовать логистическую функцию [7], имеющую следующий вид:

$$\mathrm{F}(\mathbf{r}'\mathbf{b}) = \frac{e^{b_0 + b_1 r_1 + \cdots + b_m r_m}}{1 + e^{b_0 + b_1 r_1 + \cdots + b_m r_m}}. \qquad (6)$$

Функция нелинейная, ее параметры оцениваются с помощью метода максимального правдоподобия [3] и поэтому ее построение возможно только с помощью специальных компьютерных пакетов.

Фактически мы показали, что модель доходности активов, в которой учтено влияние рациональных ожиданий в зависимости от средней доходности на зарубежных фондовых рынках, может быть построена с использованием эконометрических уравнений с дискретной зависимой переменной. Теперь исследуем возможность применения этой модели для построения аналога известной модели Марковица.

Числовые характеристики активов и портфеля

С этой целью рассмотрим математическое ожидание доходности актива, описываемое моделью (1), дисперсию (риск), ковариацию (взаимодействие активов на рынке). Математическое ожидание доходности определяется выражением:

$$\mathrm{E}[\overline{r}_i + d_i x_i + \varepsilon_i] = \overline{r}_i + d_i[2\,\mathrm{F}(\mathbf{r}_i'\mathbf{b}) - 1]. \qquad (7)$$

Выражение (7) позволяет сделать вывод, что в случае, когда альтернативные ожидания равновероятны, то текущая доходность равна среднему значению. Ожидание роста имеет место при $\mathrm{F}(\mathbf{r}'\mathbf{b}) > 0,5$, соответственно падение ожидается при $\mathrm{F}(\mathbf{r}'\mathbf{b}) < 0,5$.

Дисперсия определяется следующим образом

$$\begin{aligned}
\sigma_i^2 &= \mathrm{E}[(\overline{r}_i + d_i x_i + \varepsilon_i - \overline{r}_i - d_i\,\mathrm{E}(x_i))^2] = \\
&= \mathrm{E}[(d_i(x_i - \mathrm{E}(x_i)) + \varepsilon_i)^2] = \\
&= d_i^2[\mathrm{E}(x_i^2 - 2\,\mathrm{E}(x)x + (\mathrm{E}(x_i))^2] + \sigma_{\varepsilon_i}^2 = \\
&= d_i^2[1 - (\mathrm{E}(x_i))^2] + \sigma_{\varepsilon_i}^2 = \\
&= d_i^2[1 - (2\,\mathrm{F}(\mathbf{r}_i'\mathbf{b}_i) - 1)^2] + \sigma_{\varepsilon_i}^2 = \\
&= d_i^2[4\,\mathrm{F}(\mathbf{r}_i'\mathbf{b}_i)(1 - \mathrm{F}(\mathbf{r}_i'\mathbf{b}_i)] + \sigma_{\varepsilon_i}^2.
\end{aligned} \qquad (8)$$

Выражение (8) получено в естественных предположениях относительно случайной величины ε, в соответствии с которыми она является независимой с x. Также учтено, что квадрат случайной величины x является константой.

Из (8) следует, что максимальный уровень дисперсии достигается в ситуации, когда $\mathrm{F}(\mathbf{r}'\mathbf{b}) = 0,5$, т.е. эта ситуация означает, что в бифуркационной точке предпочтительное рациональное ожидание не сформировано.

Используя выведенные формулы, получим соответствующие характеристики для портфеля. Упрощая выводы и делая их более прозрачными, рассмотрим портфель из двух финансовых активов. Математическое ожидание доходности такого портфеля определяется выражением:

$$\begin{aligned}
\mathrm{E}(r_p) &= \mathrm{E}(w_1 r_1 + w_2 r_2) = w_1\,\mathrm{E}(r_1) + w_2\,\mathrm{E}(r_2) = \\
&= w_1\overline{r}_1 + w_2\overline{r}_2 + w_1 d_1[2\,\mathrm{F}(\mathbf{r}'\mathbf{b}_1) - 1] + w_2 d_2[2\,\mathrm{F}(\mathbf{r}'\mathbf{b}_2) - 1],
\end{aligned} \qquad (9)$$

которое показывает, что доходность портфеля, как и доходность финансового актива, формируется под воздействием двух составляющих. Первая составляющая представляет собой доходность, которая формируется на основе средних доходностей активов и представляет собой достаточно устойчивую часть доходности портфеля. Вторая составляющая – это портфельный риск-эффект, который в значительной степени зависит от ожидаемой ситуации. Это та составляющая, которую необходимо прогнозировать [8] на период инвестиционного горизонта, определяемого инвестором. На вопрос о том, как осуществить этот прогноз, однозначного ответа нет, но есть варианты, которые требуют обоснования и эмпирической проверки.

Перейдем к рассмотрению риска этого портфеля. Для этого исследуем выражение, с помощью которого определяется соответствующая дисперсия:

$$\begin{aligned}
\sigma_p^2 &= \{[w_1(\overline{r_1}+d_1x_1+\varepsilon_1)+w_2(\overline{r_2}+d_2x_2+\varepsilon_2)-w_1(\overline{r_1}+\mathrm{E}(x_1))-w_2(\overline{r_2}+\mathrm{E}(x_2))]^2\} = \\
&= \mathrm{E}\{[(w_1(d_1(x_1-\mathrm{E}(x_1))+\varepsilon_1)+(w_2(d_2(x_2-\mathrm{E}(x_2))+\varepsilon_2)]^2\} = \\
&= \mathrm{E}\{w_1^2((d_1(x_1-\mathrm{E}(x_1))+\varepsilon_1)^2+w_2^2((d_2(x_2-\mathrm{E}(x_2))+\varepsilon_2)^2+ \\
&+2w_1w_2((d_1(x_1-\mathrm{E}(x_1))+\varepsilon_1)(d_2(x_2-\mathrm{E}(x_2))+\varepsilon_2)\} = \\
&= w_1^2d_1^2\sigma_1^2+w_2^2d_2^2\sigma_2^2+w_1^2\sigma_{\varepsilon_1}^2+w_2^2\sigma_{\varepsilon_2}^2 \ .
\end{aligned} \qquad (10)$$

Таким образом, дисперсия, а, следовательно, и риск портфеля можно разложить на две составляющие, первая из которых представляет собой риск, определяемый текущей ситуацией на финансовых рынках, а вторая – взвешенную сумму рисков ценных бумаг, включенных в портфель. Риски ценных бумаг не зависят от ситуации, и поэтому минимизация их суммы может осуществляться только за счет оптимизации структуры портфеля. Риск, зависящий от текущей ситуации и рассчитываемый в соответствии с (8), естественно является предсказываемым. В основном это предсказание является результатом рациональных ожиданий, которые в случае формализованного представления можно описывать вероятностным распределением, в качестве которого, как отмечалось выше, можно использовать регрессионную модель бинарного выбора.

Модель портфельного инвестирования

Вопрос, касающийся факторов, с помощью которых можно адекватно описать рациональные ожидания, преобладающие в текущий момент в среде инвесторов, достаточно сложный и не имеющий однозначного ответа. Выше упоминался один из возможных вариантов, предусматривающий использование для этих целей индексов, характеризующих текущий уровень средней доходности на зарубежных фондовых рынках.

Кроме того, для этой же цели можно использовать первую главную компоненту [6], сформированную по значениям индексов или экспертные оценки рыночной активности, полученные с использованием специальных процедур субъективных измерений. Другими словами, риск в предлагаемой модели портфеля ценных бумаг становится характеристикой, которую можно уточнять в зависимости от ожиданий инвесторов и сложившейся на фондовом рынке ситуации.

Соответствие оптимальных характеристик портфеля и наступающей реальности значительно выше, чем у классического портфеля Марковица, который, по сути, является портфелем упущенных возможностей. Предпочтительность предлагаемой модели перед моделью Марковица, по нашему мнению, является результатом введения в модель элементов упреждающего обоснования инвестиционного решения.

Отметим еще одну важную особенность предлагаемой модели. Ковариационная матрица, как это нетрудно понять из выражения (10), имеет диагональную структуру. Это значит, что между финансовыми активами, включенными в модель, отсутствует взаимодействие или, во всяком случае, это взаимодействие не учитывается в силу его невысокой статистической значимости. Диагональная структура ковариационной матрицы упрощает многие расчеты и повышает содержательное понимание портфельного анализа, делая его прозрачным и хорошо интерпретируемым.

В силу этого становятся понятными и количественно оцениваемыми механизмы включения и исключения из портфеля одного или нескольких финансовых активов. Важно отметить, что это не декларируемые возможности, а вполне реальные, так как они обеспечиваются диагональной структурой и исходной ковариационной матрицы и диагональной структурой обратной матрицы. Опуская пока детали портфельного анализа, возможность проведения которого имеет место в рамках предлагаемой модели, запишем эту модель в следующем виде:

$$\mathbf{w}'\mathbf{\Sigma}_{d\sigma\varepsilon}\mathbf{w} \to \min \tag{11}$$

$$\mathbf{w}'(\bar{\mathbf{r}} + \mathbf{d}(p)) = \mu \tag{12}$$

$$\mathbf{w}'\mathbf{i} = 1, \tag{13}$$

где $\mathbf{\Sigma}_{d\sigma\varepsilon}$ – диагональная матрица с элементами, определяемыми по (8); $\bar{\mathbf{r}} + \mathbf{d}(p)$ – консолидированный вектор доходности активов, объединяющий среднюю доходность актива с ситуационным отклонением, зависящим от вероятностного описания бифуркационной точки рациональных ожиданий.

В структуре модели (11)–(13) сохранены основные принципы формирования оптимального инвестиционного портфеля, которые были заложены Марковицем в [5], но составляющие этой структуры оцениваются с использованием современного эконометрического аппарата. Применение эконометрического аппарата позволяет получить модель портфельного инвестирования с расширенным набором свойств, обеспечивающих более высокую надежность принимаемых инвестиционных решений.

Заключение

Важное отличие рассматриваемой модели от модели Марковица заключается в том, что ее построение на основе регрессионных моделей специального вида позволяет сформировать инвестиционные решения, которые зависят от рациональных ожиданий, преобладающих на фондовом рынке. Эта зависимость распространяется на элементы ковариационной матрицы и ожидаемую доходность активов, включенных в портфель. Правда, эта зависимость стохастического характера. С ее помощью определяются только вероятности ожидаемых изменений, а не сами изменения. Но по известным вероятностям без труда получаются оценки математических ожиданий, которые и используются при получении финальных результатов. Следовательно, появляется возможность формирования инвестиционных решений, ориентированных на ожидаемую ситуацию. Это позволяет надеяться, что предлагаемая модель избавит портфельные решения от негативного свойства, в соответствии с которым оптимальный портфель Марковица, это портфель упущенных возможностей.

Список источников

1. Cox D.R., Snell E.J. *The analysis of binary data.* 2nd ed.London, Chapman and Hall, 1989.
2. Green W.H. *Econometric Analysis.* 4th ed. New York, Macmillian Publishing Company, 2000.
3. Lee Lung – Fei. Identifacation and Estimation in Binary Choice Models with Limited (Censored) Dependent Variables // *Econometrica*, 1979, vol. 47, no. 4, pp. 977-996.
4. Maddala G.S. *Introduction to Econometrics.* 3rd ed. New York, John Wiley & Sons Ltd., 2001.
5. Markowitz H.M. Portfolio Selection // *Journal of Finance*, 1952, vol. 7, no.1, pp. 77-91.
6. Давнис В.В., Касаткин С.Е., Ардаков А.А. Главные компоненты и их применение в моделях портфельного инвестирования // *Современная экономика: проблемы и решения*, 2012, no. 7 (31), с. 120-128.
7. Давнис В.В., Тинякова В.И. *Прогнозные модели экспертных предпочтений.* Воронеж, Воронеж. гос. ун-т, 2005.
8. Давнис В.В., Тинякова В.И. Современные тенденции развития прогностических методов управления экономикой // *Экономическое прогнозирование: модели и методы. Материалы международной научно-практической конференции*. 29-30 апреля 2005г.: в 2 ч. Воронеж, Воронеж. гос. ун-т, 2005, ч. 1, с. 29-36.
9. Давнис В.В., Фетисов В.А. Двухуровневый механизм глобализации и модели портфельного инвестирования на его основе // *Современная экономика: проблемы и решения*, 2015, no. 7 (67), с. 8-19.
10. Миркин Б.Г. *Анализ качественных признаков и структур*. Москва, Статистика, 1980.
11. Шарп У.Ф., Александер Г.Дж., Бейли Дж.В. *Инвестиции*. Москва, ИНФРА-М, 2001.
12. Ширяев А.Н. *Основы стохастической финансовой математики*. Т. 1, 2. Москва, ФАЗИС. 1998.

INVESTMENT DECISIONS IN AN ENVIRONMENT OF RATIONAL EXPECTATIONS

Kakovkina Tatiana Vladimirovna, Cand. Sc. (Econ.), Assoc. Prof.

Pastukhov State Academy of Industrial Management, Respublikanskaya st., 42/24, Yaroslavl, Russia, 150040; e-mail: kaktat59@yandex.ru

Purpose: construction of a portfolio investment model which we provide a mechanism for taking into account the rational expectations of the stock market in contrast to the Markowitz model. *Discussion*: Markowitz model marked the beginning of the development of modern financial theory. However, MPT is not become a tool for practical solutions under the conditions uncertainty. Black-Scholes model has been widely used on the stock exchanges to continuous calculations of option «fair value». This circumstance focuses attention to a comparison of the approaches that was used in these models. The apparatus of mathematical statistics, used in the construction of the Markowitz model is not able to reproduce in full and with sufficient depth understanding of the mechanism of formation of asset profitability in the stock market. Investors need the possibility of building a security portfolios using a different concept of the mechanism of formation of returns. *Results*: the authors proposed probabilistic mechanism, by means of logit models for the formation of the optimal portfolio investment models. This model provides the formation of the optimal portfolio of securities, depending on the prevailing market situation.

Keywords: portfolio, Markowitz model, the model of binary choice, logit model.

References

1. Cox D.R., Snell E.J. *The analysis of binary data.* 2nd ed. London, Chapman and Hall, 1989.
2. Green W.H. *Econometric Analysis.* 4th ed. New York, Macmillian Publishing Company, 2000.
3. Lee Lung – Fei. Identifacation and Estimation in Binary Choice Models with Limited (Censored) Dependent Variables. *Econometrica*, 1979, vol. 47, no. 4, pp. 977-996.
4. Maddala G.S. *Introduction to Econometrics.* 3rd ed. New York, John Wiley & Sons Ltd., 2001.
5. Markowitz H.M. Portfolio Selection. *Journal of Finance*, 1952, vol. 7, no. 1, pp. 77-91.
6. Davnis V.V., Kasatkin S.E., Ardakov A.A. Glavnye komponenty i ikh primenenie v modeliakh portfel'nogo investirovaniia. *Sovremennaia ekonomika: problemy i resheniia*, 2012, no. 7 (31), pp. 120-128. (In Russ).
7. Davnis V.V., Tiniakova V.I. *Prognoznye modeli ekspertnykh predpochtenii*. Voronezh, Voronezh st. univ., 2005. (In Russ).
8. Davnis V.V., Tiniakova V.I. Sovremennye tendentsii razvitiia prognosticheskikh metodov upravleniia ekonomikoi. *Ekonomicheskoe prognozirovanie: modeli i*

metody. Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. 29-30 april 2005: in 2 ch. Voronezh, Voronezh state univ., 2005, vol.1, pp. 29-36. (In Russ).

9. Davnis V.V., Fetisov V.A. Dvukhurovnevyi mekhanizm globalizatsii i modeli portfel'nogo investirovaniia na ego osnove. *Sovremennaia ekonomika: problemy i resheniia*, 2015, no. 7 (67), pp. 8-19. (In Russ).

10. Mirkin B.G. *Analiz kachestvennykh priznakov i struktur*. Moscow, Statistika, 1980. (In Russ).

11. Sharp W.F., Aleksander G.J., Beili G.V. *Investitsii*. Moscow, INFRA-M, 2001.

12. Shiriaev A.N. *Osnovy stokhasticheskoi finansovoi matematiki*. Moscow, FAZIS. 1998. (In Russ).